



Ref.: JJR-PLIEGO TÉCNICO PLANTA DE LIXIVIADOS 2013

**PLIEGO DE CLÁUSULAS TÉCNICAS QUE HAN DE**  
**REGIR LA EXPLOTACION DE LA PLANTA DE**  
**TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL VERTEDERO**  
**DEL AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID**



Premio Anual de Calidad. 2002  
Ayuntamiento de Valladolid



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID

Tel: 983 352581 - 983 350521 - 983 341383

Fax.: 983 343867

E-Mail: sl@ava.es



## OBJETO DEL PROCEDIMIENTO

El presente pliego tiene por objeto la explotación de la planta de tratamiento de lixiviados construida en el Vertedero de Valladolid y asociada a la explotación del mismo. La finalidad es el tratamiento adecuado de los lixiviados que produce el Vertedero acondicionándolos para su vertido a cauce así como el mantenimiento de la planta objeto del contrato y todas las operaciones y suministros necesarios para su puesta en marcha.

## NORMATIVA APLICABLE

- Ley 31/1998, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, y el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales. (BOE 20-09-2012)

## DESCRIPCIÓN Y CONDICIONES DE LOS SERVICIOS CONTRATADOS

Las prestaciones objeto del contrato consistirán en el tratamiento de los lixiviados que produce el Vertedero de Valladolid hasta un caudal máximo que será el nominal de la planta (100 m<sup>3</sup> /día) y cuya composición cualitativa también será variable en función de la pluviometría.

En el anejo 1 que describe la planta se adjunta una tabla orientativa y sin ningún valor contractual de la composición de entrada de los lixiviados.

El contrato incluye también la puesta en marcha de la planta, desde las condiciones en que actualmente se halla incluyendo todos los suministros y operaciones necesarios para llevar esta puesta en marcha a buen fin.

El precio incluye también el canon de vertido.





Los parámetros de vertido de admisibles en cauce son los siguientes:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| DBO <sub>5</sub> (mg/l)   | < 25    |
| DQO (mg/l)                | < 125   |
| NH <sub>4</sub> N. (mg/l) | < 15    |
| S.S. (mg/l)               | < 500   |
| Conductividad (μS/cm)     | < 6.000 |
| pH                        | 5,5-8   |

El explotador se hará cargo de garantizar la calidad del efluente asumiendo todas las responsabilidades que pudieran derivar de un deficiente tratamiento.

Del mismo modo estará obligado a mantener la planta en perfecto estado de mantenimiento, garantizando la seguridad de la instalación entregándola al final del contrato en perfectas condiciones de uso.

La empresa adjudicataria tendrá que disponer del personal especializado necesario para la explotación y mantenimiento de planta así como el personal técnico necesario para garantizar el buen tratamiento de los lixiviados.

El Operario de Planta llevará a cabo el mantenimiento diario de la EDAR en función del parte de trabajo que se le entregará y en el que se le indicarán todas las actuaciones que se deben ejecutar. Este parte de trabajo estará incluido en el cuaderno de mantenimiento, que se mantendrá actualizado en todo momento.

Durante el periodo de puesta en marcha serán necesarias analíticas semanales hasta garantizar que la planta se halla a régimen y posteriormente se hará un seguimiento mensual. Además de todos los controles que se estimen necesarios para un adecuado funcionamiento o control de la planta. Se pone a disposición del explotador un cuarto de laboratorio anexo a la planta.

Se mantendrá el funcionamiento normal de la Osmosis Inversa ininterrumpidamente para mantener los índices de depuración óptimos.

El adjudicatario preparará las disoluciones necesarias para dosificación de productos químicos.





Se realizará la calibración de la sonda de medición de cloro, para asegurar en todo momento que la concentración de cloro libre en el depósito de acumulación se mantiene dentro de los parámetros estipulados por el Real Decreto 140/2003.

La toma de muestras y medidas “in situ”: Diariamente se realizarán medidas “in situ” de los parámetros control de la EDAR (pH, conductividad, turbidez, cloro libre) para determinar su correcto funcionamiento y se llevará una toma de muestra del efluente para analizar en laboratorio.

Comunicar a la Propiedad inmediatamente cualquier incidencia que afecte a las instalaciones y proceso de depuración.

Mensualmente se realizará una supervisión y se emitirá un informe por parte el contratista en el que se reflejarán al menos los siguientes aspectos:

- La supervisión general de la planta, para detectar anomalías de carácter grave: Rotura de tuberías o atascos, reboses o fugas, desajuste de los equipos, etc.
- El estado de limpieza de la planta: Se mantendrá en perfecto estado de limpieza las instalaciones y equipos, velando por la seguridad de los mismos.
- La comprobación del correcto funcionamiento de cada uno de los equipos mecánicos e hidráulicos: Se prestará atención a la lubricación, engrases, reposición de niveles, purga de condensadores, niveles de corriente eléctrica, comprobación del funcionamiento de válvulas y vibraciones extrañas.
- El ajuste de equipos de bombeo, eyectores, dosificaciones de reactivos y programación de autómatas: Se ajustarán todos los equipos electromecánicos y se programarán los tiempos de trabajo de forma que el consumo energético sea el menor posible asegurando el correcto rendimiento de la depuradora en todo momento.
- El control de los caudales instantáneos y totales, en arqueta de salida, tal y como exige el Órgano de Gestor del Vertido.
- Control de suministro de reactivos
- En cada revisión mensual, se llevará un control de cada tubo de la planta de ósmosis, en el que se medirán las presiones de trabajo, y se analizará el pH, la conductividad y la dureza de cada corriente, con el fin de comprobar el nivel de ensuciamiento de las membranas y el rendimiento de cada tubo.
- Semestralmente se realizará un Balance iónico tanto a la entrada como a la salida de la planta de ósmosis inversa en el que se determinarán los siguientes





parámetros: pH, Conductividad Eléctrica, Nitratos, Cloruros, Carbonatos, Bicarbonatos, Sulfatos, Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio. Esto dará información sobre el rendimiento de la planta.

- Semestralmente se realizará una limpieza química de las membranas. En caso de que sean necesarias más limpiezas a lo largo del año estas se presupuestarían fuera de este contrato
- En el informe, se especificarán los resultados de los análisis “in situ” y de laboratorio, caudales, gráficas de evolución, rendimiento y anomalías detectadas, averías mecánicas y reparaciones realizadas analizando las posibles causas e indicando sus distintas soluciones.

Dentro de las obligaciones del contratista se incluye también el tratamiento o eliminación en gestor autorizado de los residuos procedentes de la explotación que así lo requieran.

Además de la explotación el contratista es responsable del mantenimiento de la planta:

#### **Mantenimiento preventivo:**

Se llevará a cabo un planning de revisiones preventiva, a fin de que la conservación y mantenimiento de los equipos sea el adecuado.

La empresa responsable del montaje y elección de los equipos deberá prestar en todo momento un servicio de asistencia técnica de los mismos para poder llevar a cabo cualquier actuación necesaria y para respetar la garantía de los mismos.

#### **Mantenimiento correctivo:**

En caso de funcionamiento anómalo de la planta el técnico responsable efectuará una visita a las instalaciones en un periodo máximo de 6 Horas para llevar a cabo la diagnosis del problema y proponer la reparación necesaria.

En caso de que sea necesario llevar a cabo reparaciones de tipo eléctrico o mecánico se emitirá el correspondiente informe valorado a la Propiedad para proceder con las reparaciones, o bien se subcontratarán los servicios de otra empresa siempre y cuando la Propiedad autorice a ello.

Los repuestos y materiales necesarios para las reparaciones correctivas serán proporcionados por el contratista.





## PRESENTACION DE OFERTAS

### ➤ REQUISITOS GENEALES:

Los trabajos de explotación no deben interferir en el normal desarrollo de las labores del Vertedero.

Siendo los lixiviados un foco importante de olores en el Vertedero y en especial las balsas que constituyen el depósito de agua bruta de la planta de lixiviados, la instalación quedará incorporada al protocolo de difusión de olores del Vertedero debiendo hacer los tratamientos con enmascarantes necesarios y a aportación de líquidos flotantes cuando así se indique.

La empresa adjudicataria esta obligada al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social, y Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los materiales empleados en las tareas de conservación tanto en reposición de elementos como en sustituciones por obsolescencia de las instalaciones, serán materiales que cumplan con los sistemas de evaluación de conformidad que la reglamentación sectorial les asigne, y en concreto con el sistema de marcado CE cuando sea obligatorio para el producto en cuestión.

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA OFERTA:

Los licitadores presentará una propuesta de trabajos de mantenimiento donde se describirán, con suficiente detalle, la organización de las actividades que se realizarán para la puesta en marcha y la posterior explotación de la planta de lixiviados del Vertedero de Valladolid.

En esta propuesta se aportará como mínimo la información que se cita a continuación.

- Planificación de la puesta en marcha y la explotación.
- Recursos humanos empleados para desarrollar los trabajos, indicando relación de trabajadores y capacitación.

Valladolid, 24 julio de 2013

EL SUBDIRECTOR DEL SERVICIO DE LIMPIEZA

Fdo.: Ambrosio Manzano Torres



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID  
☎ 983 352581 - 983 350521 - 983 341383  
☎ 983 343867  
E-Mail: sl@ava.es



## ANEJO 1: DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA





**DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL  
VERTEDERO DE VALLADOLID**



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID

☎ 983 352581 - 983 350521 - 983 341383  
☎ 983 343867  
E-Mail: sl@ava.es





## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| I. DOCUMENTO – MEMORIA .....                                     | 3  |
| 1.- ANTECEDENTES.....  | 4  |
| 2.- DATOS DE PARTIDA Y SOLUCIÓN ADOPTADA .....                   | 5  |
| 2.1.- DATOS DE PARTIDA.....                                      | 5  |
| 2.2.- METAS DE DEPURACIÓN EXIGIDAS .....                         | 5  |
| 2.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA .....                                    | 6  |
| 3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y PRINCIPALES ELEMENTOS.....         | 6  |
| 3.1.- LÍNEA DE AGUA.....   | 6  |
| 3.1.1.- PRETRATAMIENTO.....                                      | 6  |
| 3.1.2.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....                              | 6  |
| 3.1.3.- SEPARACIÓN MEDIANTE MEMBRANAS DE<br>ULTRAFILTRACIÓN..... | 10 |
| 3.1.4.- ÓSMOSIS INVERSA. ....                                    | 11 |
| II. DOCUMENTO – FOTOS.....                                       | 13 |





## I. DOCUMENTO – MEMORIA



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID  
☎ 983 352581 - 983 350521 - 983 341383  
☎ Fax.: 983 343867  
✉ E-Mail: sl@ava.es



## ANTECEDENTES

El diseño y posterior realización de esta planta de tratamiento de lixiviados se ha realizado a partir de un proyecto de licitación sacado a concurso público por la Junta de Castilla y León y realizado por la empresa consultora PYSA. El proyecto de base, titulado “Proyecto de Mejoras en el CTR de Valladolid”, recoge entre otras mejoras la instalación de la planta de tratamiento de los lixiviados generados en el vertedero.

El vertedero de residuos urbanos lleva funcionando como vertedero de los residuos generados en el T.M. de Valladolid desde el año 1975, dando servicio a una población de 498.000 hab., tratando en la actualidad del orden de 230.000 ton/año de residuo.

El vertedero se explota en alta densidad y recibe en la actualidad los rechazos de la planta de tratamiento de residuos urbanos y en menor cantidad algunos otros residuos. Los LER admisibles según la autorización ambiental son los siguientes: 19.05.01; 19.05.02; 19.05.03; 19.06.04; 19.06.06; 19.08.02 y 19.12.12. Siendo en realidad un depósito de rechazos ya que todos los materiales que llegan han sido sometidos a un tratamiento previo.

Actualmente la planta cuenta con un centro de tratamiento de residuos inaugurado en el año 2001 con una vida útil de 15 años.

El lixiviado procede del vertedero y es un líquido extremadamente contaminante de difícil biodegradación con una alta carga orgánica y amoniacal.

Dado los elevados volúmenes de lixiviados generados en el tratamiento de los residuos que llegan al vertedero, ha sido necesario dar una respuesta que optimice el tratamiento existente, de tal forma que se vea reforzado ante las situaciones más adversas como son las de máxima pluviometría anual.



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID  
☎ 983 352581 - 983 350521 - 983 341383  
☎ 983 343867  
E-Mail: sl@ava.es



## 1.- DATOS DE PARTIDA Y SOLUCIÓN ADOPTADA

### 1.1.- DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida utilizados para el dimensionamiento de esta planta de tratamiento de lixiviados se tomaron del proyecto realizado por PYSA y se recogen en la siguiente tabla:

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Caudal de lixiviado (m<sup>3</sup>/día)</b> | <b>100</b>      |
| <b>Carga media DBO<sub>5</sub> (mg/l)</b>      | <b>1.386,00</b> |
| <b>Carga media DQO (mg/l)</b>                  | <b>3.843,00</b> |
| <b>Carga media NH<sub>4</sub>N. (mg/l)</b>     | <b>1.338,00</b> |
| <b>Carga media S.S. (mg/l)</b>                 | <b>229,00</b>   |
| <b>Conductividad (µS/cm)</b>                   | <b>12.643</b>   |
| <b>Fósforo total (mg/l)</b>                    | <b>3,60</b>     |
| <b>Toxicidad (uT)</b>                          | <b>9,67</b>     |
| <b>Aceites y grasas (mg/l)</b>                 | <b>9,27</b>     |
| <b>Temperatura (C)</b>                         | <b>22</b>       |
| <b>pH</b>                                      | <b>7,67</b>     |

Estos parámetros son meramente orientativos y no tienen carácter contractual ya que las concentraciones variarán bastante dependiendo de la pluviometría anual.

### 1.2.- METAS DE DEPURACIÓN EXIGIDAS

El permeado resultante del módulo de ósmosis de la planta de tratamiento de lixiviados, deberá cumplir con los parámetros del efluente de la planta a los que hace referencia el proyecto y que son los siguientes.

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| DBO <sub>5</sub> (mg/l)   | < 25    |
| DQO (mg/l)                | < 125   |
| NH <sub>4</sub> N. (mg/l) | < 15    |
| S.S. (mg/l)               | < 500   |
| Conductividad (µS/cm)     | < 6.000 |
| pH                        | 5,5-8   |





### 1.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación resumimos la línea de tratamiento adoptada:

#### Línea de Agua.

- Filtración de entrada mediante rototamiz y filtración policía.
- Proceso biológico tipo MBR, con eliminación de nutrientes mediante nitrificación - desnitrificación. La aireación del sistema se realizará mediante batería de eyectores. La separación sólido – líquido se hará mediante un sistema de membranas.
- Tratamiento de ósmosis inversa para la totalidad del permeado de la ultrafiltración.

### 2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y PRINCIPALES ELEMENTOS

#### 3.1.- LÍNEA DE AGUA

A continuación describimos cada uno de los elementos que constituyen la línea de agua.

##### 3.1.1.- PRETRATAMIENTO.

El primer tratamiento al que es sometido el vertido es a un tamizado mediante rototamiz para evitar que entren partículas mayores a 1 mm en el proceso que puedan producir un desgaste prematuro de los equipos.

Tras el tamizado se ha instalado un depósito realizado en PRFV con dos bombas centrífugas (1+R), que impulsarán el vertido al tratamiento biológico. El funcionamiento de las bombas está comandado por las boyas de nivel instaladas en el depósito de rebombeo.

##### 3.1.2.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

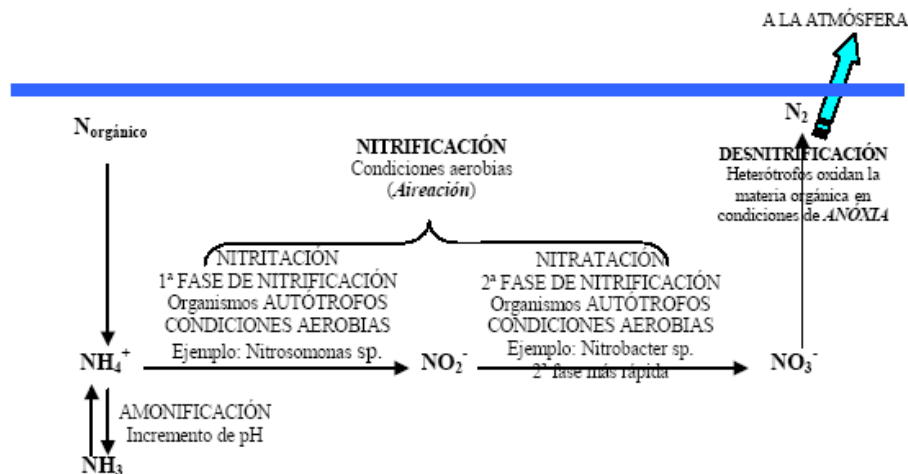
El nitrógeno en las aguas residuales puede estar en cuatro formas posibles. Las mismas son:





- Nitrógeno amoniacal:  $N-NH_4^+$
- Nitrógeno orgánico.
- Nitrógeno nitroso:  $N-NO_2^-$  Normalmente las concentraciones son pequeñas, al ser un paso intermedio en la oxidación del  $N-NH_4^+$  y el nitrógeno nítrico.
- Nitrógeno nítrico:  $N-NO_3^-$  Constituye el compuesto final de la oxidación de las formas anteriores.

Estas formas pueden transformarse entre ellas mediante procesos microbiológicos tal como se expone en el siguiente esquema:



La degradación de las formas nitrogenadas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Amonificación: los grupos amino ( $-NH_2$ ) de las sustancias proteicas son hidrolizados mediante enzimas extracelulares, obteniendo amonio de este proceso.
- Nitrificación: Se conoce como nitrificación el proceso de oxidación por el cual se pasa de amonio a nitratos, en dos pasos: el primero, oxidación de amonio a nitritos, por la actuación de las bacterias *Nitrosomonas* y especies semejantes; el segundo,





oxidación de nitritos a nitratos mediante la actuación de las bacterias del género *Nitrobacter*.

- **Desnitrificación:** es la reducción de los componentes nitrogenados inorgánicos.

En nuestro caso particular, realizamos una eliminación de nutrientes mediante un proceso Ludzack – Ettinger, realizando una separación sólido – líquido mediante membranas de ultrafiltración (MBR).

En este sistema, la cámara anóxica se dispone en la cabecera de la planta. La razón de esta disposición es aprovechar la DQO fácilmente biodegradable que trae el vertido en la fase anóxica.

En la cámara anóxica llevamos a cabo el proceso de reducción de los nitratos formados en los reactores aerobios, cuyo contenido es recirculado a este primer tanque. Para que se lleve a cabo el proceso de desnitrificaciones es necesario que se encuentre a disposición de las bacterias desnitrificantes materia carbonosa fácilmente biodegradable. Dado el contenido en DBO5 que refleja la analítica resultante tomada como base de diseño, consideramos que no sería suficiente con el aprovechamiento de esta materia carbonosa contenida en el lixiviado para recuperar la alcalinidad perdida durante la nitrificación.

Como medida para evitar lo desajustes que se pudieran dar en la biología se ha instalado un tanque de metanol como fuente externa de materia carbonosa biodegradable, en caso de que no fuese suficiente el aprovechamiento de la contenida en el lixiviado.

Por otro lado se han instalado dos medidores: uno de rédox y otro de pH. El primero medirá la diferencia de potencial del licor mezcla – podemos decir que un proceso es anóxico cuando la el valor arrojado por el redoxímetro se encuentra entre – 50 y – 200 mV, debido a la reducción de los componentes nitrogenados -, el segundo medirá el pH del licor mezcla. En un proceso de desnitrificación se produce una devolución de alcalinidad (ya que se produce un consumo de protones) y de oxígeno al medio (si el sustrato es realmente biodegradable, un gramo de nitrato reducido a nitrógeno gas





produce 2'86 gr de oxígeno). En definitiva, con estos dos elementos tendremos información del proceso de desnitrificación, asegurándonos de que éste se produzca correctamente.

A continuación se instalan dos tanques de oxidación-nitrificación donde se oxidará completamente la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales. Los dos tanques están alimentados por aire a presión y están provistos de sendas baterías de eyectores. El aire comprimido necesario para la aireación se obtiene por medio de una soplante.

En los reactores biológicos hemos instalados sendos medidores de pH, uno en cada reactor, cuyo objeto es complementar la medición de los oxímetros, obteniendo una información primordial para el conocimiento y control del proceso de nitrificación.

En líneas generales podemos decir que en un proceso de nitrificación los protones producidos acidifican el medio, por lo que si la alcalinidad libre no es suficiente el pH del sistema puede descender hasta el punto de inhibir a los microorganismos.

Los microorganismos nitrificantes son de crecimiento lento y podrían ser inhibidos por el propio sustrato de la reacción ( $NH_4^+$  o  $NO_2^-$ ). La inhibición depende del pH y de la concentración del compuesto, debido a que la toxicidad depende del grado de ionización. En la tabla adjunta podemos ver los rangos de inhibición en función del pH.

| pH  | RANGO DE INHIBICIÓN |                 |
|-----|---------------------|-----------------|
|     | $NH_4^+$ (mg/l)     | $NO_2^-$ (mg/l) |
| 6   | 210 - 2.100         | 30-330          |
| 6,5 | 70-700              | 88-1.050        |
| 7   | 20-210              | 260-3.320       |
| 7,5 | 7-70                | ----            |
| 8   | 2-20                | ----            |

Por todo lo explicado anteriormente, hemos decidido colocar como mejora un medidor de pH en cada reactor aerobio.







Tras incluir un conjunto de mejoras que se resumen en el apartado 3.2 y rediseñar los reactores biológicos para facilitar su flexibilidad de operación, finalmente se han instalado tres reactores similares de forma que cada uno de ellos puede trabajar como reactor aerobio o anóxico e intercomunicados entre sí para permitir la recirculación de licor mezcla de los aerobios al anóxico. Para ello cada reactor cuenta con una batería de eyectores que permite realizar la homogeneización del vertido sin introducir aire (funcionando únicamente la bomba de recirculación) o agitar y airear al mismo tiempo (funcionando la bomba de recirculación y la soplante conectada a cada batería). Igualmente se ha equipado cada reactor con oxímetro, pH-metro y redoxímetro.

Para controlar el pH se ha instalado un sistema de dosificación de sosa. Para favorecer el crecimiento de las bacterias y evitar la falta de nutrientes se ha instalado un sistema de dosificación de fosfórico. Por último, para evitar las espumas en el reactor se ha previsto una dosificación de antiespumante como puede verse en los esquemas de proceso.

Debido a la actividad de carácter exotérmico que se produce en el proceso biológico es necesario extraer el calor originado para su aprovechamiento. Para ello se instala un sistema de refrigeración compuesto por un intercambiador de calor y una torre de refrigeración.

### 3.1.3.- SEPARACIÓN MEDIANTE MEMBRANAS DE ULTRAFILTRACIÓN.

La separación de la biomasa del fluido depurado se realiza mediante una ultrafiltración con membranas. Con ello se consigue una retención total de la biomasa. Con este proceso se consiguen altas concentraciones de biomasa y una alta transformación de la materia específica en relación al espacio.

Con la retención de la totalidad de la biomasa en la ultrafiltración, los procesos biológicos de descontaminación se realizan bajo mejores condiciones de estabilidad, fiabilidad y rendimiento. El efluente de salida está libre de gérmenes y bacterias y el perneado está libre de sólidos en suspensión. Con la filtración por membranas aparte de la biomasa se retienen una gran cantidad de partículas contaminantes.





Para acometer esta separación se han instalado dos líneas de ultrafiltración trabajando en paralelo, estos bancos de membranas se alimentan mediante dos bombas centrífugas horizontales y cuentan con una bomba de recirculación centrífuga horizontal cada una.

El permeado de estos módulos se envía a un depósito de permeado para posteriormente ser impulsado al módulo de ósmosis inversa. Parte de del fango recirculado se purga en continuo y se envía de vuelta al biológico.

El módulo de ultrafiltración cuenta con un sistema de limpieza mediante lavado y arrastre con permeado y un sistema de lavado químico CIP que deberá realizarse periódicamente para la conservación adecuada de las membranas

### 3.1.4.- ÓSMOSIS INVERSA.

Con objeto de cumplir los valores límites permitidos en el vertido, se ha instalado un tratamiento terciario del perneado de la ultrafiltración mediante ósmosis inversa.

El módulo de ósmosis inversa instalado se compone de:

- Bombeo de alimentación a la planta.
- Microfiltración.
- Bombeo de alta.
- Tubo de membranas.
- Sistema de flushing.

La alimentación de agua ultrafiltrada a la planta se realiza mediante una bomba centrífuga, ésta bombea el agua hasta el microfiltro donde se retendrán aquellos sólidos que pudiera contener el agua y pudieran dañar las bombas de alta.





El bombeo de alta se realiza mediante dos bombas alternativas que vence la presión osmótica de las membranas.

El sistema de flushing se utiliza para realizar lavados de la membrana mediante arrastre con permeado y está constituido por un depósito de permeado y una bomba de lavado.





## FOTOS



C/ Topacio, 63  
47012 VALLADOLID

☎ 983 352581 - 983 350521 - 983 341383  
☎ 983 343867  
E-Mail: [sl@ava.es](mailto:sl@ava.es)



ULTRAFILTRACIÓN



**Módulo completo de Ultrafiltración.**



Membranas de Ultrafiltración

